

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> H02M 7/48 (11) 공개번호 특2001-0102962  
(43) 공개일자 2001년 11월 17일

(21) 출원번호 10-2001-7007975  
(22) 출원일자 2001년 06월 22일  
    번역문제출일자 2001년 06월 22일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP1999/07254 (87) 국제공개번호 WO 2000/41293  
(86) 국제출원출원일자 1999년 12월 22일 (87) 국제공개일자 2000년 07월 13일  
(81) 지정국 국내특허 : 중국 대한민국 미국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스

(30) 우선권주장 10-373694 1998년 12월 28일 일본(JP)  
(71) 출원인 가부시키가이샤 야스카와덴키 하시모토 신이치  
    일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고  
(72) 발명자 우에다히데후미  
    일본국 후쿠오카현 기타큐슈시 야하타니시쿠 구로사키시로이시 2반 1고 가부시키가  
    이샤 야스카와덴키나이  
(74) 대리인 이영필, 권석홍

심사청구 : 없음

(54) 인버터 장치

요약

인버터 장치에 있어서, 상용교류전원 투입시 컨버터부 평활용 콘덴서로의 돌입전류를 제한한다.

컨버터부(3)와 인버터부(4)와 컨버터부의 출력단자와 인버터부의 입력단자 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속된 제1평활용 콘덴서(12)와, 컨버터부(3)와 제1평활용 콘덴서(12) 사이의 정부 모선 중 어느 한 모선쪽에 접속된 제1저항(14)과 제1저항에 병렬접속된 제1스위치수단(16)으로 이루어진 인버터 장치에 있어서, 제2저항(13)과 제2스위치수단(15)을 병렬접속한 병렬접속회로에, 직렬접속되는 제2평활용 콘덴서(11)를 컨버터부(3)와 제1스위치 수단(16) 사이의 정부모선 사이에 걸쳐 접속하는 것이다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 컨버터부를 구비한 인버터 장치에 있어서, 특히 상용교류전원 투입시에 컨버터부 평활용 콘덴서로의 돌입전류를 제한하기 위한 돌입전류 제한장치를 구비한 인버터 장치에 관한 것이다.

배경기술

도 4는 특허평9-19154에 기재된 종래예로서의 돌입전류 제한장치를 구비한 인버터장치의 구성을 도시한 것이다.

도 4에 있어서, 101은 3상전원, 102는 정전검지회로, 103은 컨버터, 104는 인버터, 105는 모터, 106은 제어회로, 107과 108은 바이패스 접점, r과 R은 전류제한저항, C1과 C2는 평활용 콘덴서, P는 정측모선(母線), N은 부측모선을 나타내고 있다.

다음에 도 4의 구성에 관한 동작에 대해 설명하기로 한다. 도 4에 도시한 바와 같이 컨버터(103)의 출력단의 정측모선(P)과 부측모선(N) 사이에는 전류제한저항(r)과 평활용 콘덴서(C1)의 직렬회로가 접속되고, 전류제한저항(r)에는 병렬로 바이패스 접점(107)이 접속되어 있다. 전류제한저항(r)의 저항값은 평활용 콘덴서(C1)의 충전시 정수의 설정에 따라 결정되며, 와트수(순시 내량(耐量))는 평활용 콘덴서(C1)의 정전용량에 따라 결정된다. 바이패스 접점(107)의 개폐타이밍은 정전검지회로(102)에서 공급되는 개폐제어신호에 의해 제어된다. 나아가 출력단의 정측모선(P)과 부측모선(N) 사이에는 상기와 같이 전류제한저항(R)과 평활용 콘덴서(C2)의 직렬회로가 접속되고, 전류제한저항(R)에는 병렬로 바이패스 접점(108)이 접속되어 있으며 바이패스 접점(108)의 개폐 타이밍도 정전검지회로(102)에서 공급되는 개

폐제어회로에 따라 바이패스 접점(107)과 동일하게 제어된다.

이상의 구성에 있어서, 전원투입시에는 바이패스 접점(107, 108)은 함께 개방되며 컨버터(103)의 출력전류는 컨버터(103)의 출력단자, 정극모선(P), 전류제한저항(r, R), 평활용 콘덴서(C1, C2), 부속모선(N), 컨버터(103)의 음극 출력단자의 경로로 충전전류가 흐른다. 평활용 콘덴서(C1, C2)의 충전이 완료되면 바이패스 접점(107, 108)이 닫혀 전류제한저항(r, R)은 바이패스되며, 이후로 평활용 콘덴서(C1, C2)의 충전전류는 각각 바이패스 접점(107, 108)을 통해 수행된다.

이 구성에 있어서, 바이패스 접점(107)을 흐르는 전류는 바이패스 접점(107)에 접속한 평활용 콘덴서(C1)의 충전전류 전류 뿐이며 마찬가지로 바이패스 접점(108)을 흐르는 전류는 바이패스 접점(108)에 접속한 평활용 콘덴서(C2)의 충전전류 전류 뿐이다.

그런데 도 4에 도시한 상기 종래의 구성에서는 전원투입시, 인버터(104)의 트랜지스터 정부(正負)단자 사이에는 순간적으로 컨버터(103)에 의해 정류된 직류고압전압이 인가되게 된다. 이 때 각 트랜지스터(여기에서는 임시로 IGBT트랜지스터라 한다) 단자간에 존재하는 부유용량에 의해 도 5에 도시한 바와 같이 상하 양 IGBT트랜지스터의 게이트-에미터 사이에 전압이 발생하고 이 결과로서 상하 양 IGBT트랜지스터가 함께 온되어 단락전류가 발생하고 IGBT트랜지스터가 파손되어 버리는 문제가 있다.

또한 인버터장치의 회생동작시에는, 이 경우 에너지가 모터(105)에서 인버터 장치 쪽으로 돌아오는데 회생 중에 만일 바이패스 접점이 오동작 오프되면 회생전류가 전류제한저항을 통해 평활용 콘덴서로 흐르게 되기 때문에 인버터(104)의 정부단자 사이에는 순간적으로 발생한 고압전압이 인버터(104)의 IGBT트랜지스터 및 컨버터(103)의 다이오드의 내압을 넘게 되어 이들이 파손되어 버리는 문제가 있다.

#### 발명의 상세한 설명

상기 문제를 해결하기 위해 본 발명은 제1항에 기재한 바와 같이 교류전력을 직류전력으로 변환하는 컨버터부(3)와, 변환된 직류전력을 소정 주파수의 교류전력으로 변환하는 인버터부(4)와, 상기 컨버터부의 출력단자와 상기 인버터부의 입력단자 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속된 제1평활용 콘덴서(12)와, 상기 컨버터부(3)와 상기 제1평활용 콘덴서(12) 사이의 정부 모선 중 어느 한쪽의 모선쪽에 접속된 제1저항(14)과 상기 제1저항에 병렬 접속된 제1스위치 수단(16)으로 이루어진 인버터 장치에 있어서, 제2저항(13)과 제2스위치 수단(15)을 병렬접속한 병렬접속회로에, 직렬접속되는 제2평활용 콘덴서(11)를 상기 컨버터부(3)와 상기 제1스위치 수단(16) 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속한 것이다.

제1항에 기재된 구성의 인버터 장치에 있어서는, 상용교류전원 투입시 상기 제1스위치 장치와 제2스위치 장치 모두 개방되어 있기 때문에 컨버터부의 정극측 출력단자에서 제1저항, 제1평활용 콘덴서를 통해 컨버터부의 부극측 출력단자로 흐르는 제1평활용 콘덴서로의 충전전류와, 컨버터부의 정극측 출력단자에서 제2저항, 제2평활용 콘덴서를 통해 컨버터부의 부극측 출력단자로 흐르는 제2평활용 콘덴서로의 충전전류가 발생한다. 그리고 제1, 제2 양 평활용 콘덴서로의 충전이 완료되면 제1, 제2 스위치장치는 함께 닫히고 인버터부의 전력출력동작이 시작된다. 이 인버터부 전력출력동작 중에는 상용교류전원에서 상기 전력출력에 해당하는 전력이 공급되는데 이 상용교류전원에서 인버터장치의 컨버터부로 공급되는 전류는 컨버터부를 통해 다음 3개의 경로에 의해 각각 인버터 장치 내부를 흐른 후 컨버터부를 통해 그대로 상용교류전원으로 돌아오게 된다.

우선 제1경로는 컨버터부 정극측 단자, 제1스위치장치, 제1평활용 콘덴서, 컨버터부 부극측 단자로 흐르는 경로(이하 경로(1)라 한다), 제2경로는 컨버터부 정극측 단자, 제2스위치장치, 제2평활용 콘덴서, 컨버터부 부극측 단자로 흐르는 경로(이하 경로(2)라 한다), 제3경로는 컨버터부 정극측 단자, 제1스위치장치, 인버터부 위 양쪽 반도체 스위칭소자, 부하, 인버터부 아래 양쪽의 반도체 스위칭소자, 컨버터부 부극측 출력단자로 흐르는 경로(이하 경로(3)이라 한다)가 된다. 또한 상용교류전원에서 공급되는 상기 전류는 당연히 연속전류가 아니기 때문에 전류공급이 없는 시간대는 상기 제1, 제2 평활용 콘덴서에 쌓인 충전에너지가 방전하여 인버터부 전력출력동작을 수행한다. 이 방전에 의해 방전에너지의 감소된 평활용 콘덴서에는 상용교류전원으로부터의 전류공급에 의해 감소된 충전에너지분이 재충전된다. 이와 같은 평활용 콘덴서로의 충전전류 동작은 상용전원이 단상(單相)입력일 경우 상용주파수의 2배, 3상입력일 경우 상용주파수의 6배의 주파수로 반복하여 수행된다.

다음에 제1, 제2평활용 콘덴서에 쌓인 충전에너지가 방전될 때에는 제1평활용 콘덴서에서 인버터부 위 양쪽의 반도체 스위칭소자, 부하, 인버터부 아래 양쪽의 반도체 스위칭소자를 통해 다시 제1평활용 콘덴서로 돌아오는 전류경로(이하 경로(4)라 한다)와, 제2평활용 콘덴서에서 제2스위치장치, 제1스위치장치, 인버터부 위 양쪽의 반도체 스위칭소자, 부하, 인버터부 아래 양쪽의 반도체 스위칭소자를 통해 다시 제2평활용 콘덴서로 돌아가는 전류경로(이하, 경로(5)라 한다)가 발생한다.

여기에서 경로(1)과 경로(2)의 전류는 도통시간은 짧지만 피크치가 매우 크기 때문에 그 실효치는 크며, 경로(3)의 전류는 도통시간은 짧고 피크치도 크지 않기 때문에 그 실효치는 작으며, 경로(4)와 경로(5)의 전류는 도통시간은 길지만 피크치는 크지 않기 때문에 그 실효치는 중간값이 된다. 따라서 제1스위치장치를 흐르는 전류(경로(1), 경로(3) 및 경로(5)에 의한 전류)는 대부분이 제1평활용 콘덴서로의 충전전류라고 할 수 있으며, 제2스위치장치를 흐르는 전류(경로(2) 및 경로(5)에 따른 전류)는 모두 제2평활용 콘덴서의 충전전류라고 할 수 있다.

여기에서 인버터 장치의 출력전력이 커지면 평활용 콘덴서의 정전용량을 증가시킬 필요가 있는데 이 증가시키는 평활용 콘덴서를 제1항에 기재된 구성에 따른 제2평활용 콘덴서로서 증가시킴으로써 상기 설명한 작용에 의해 제1스위치 장치를 흐르는 전류를 거의 증가시키지 않고(이 전류의 대부분은 제1평활용 콘덴서의 충전전류이기 때문에) 증가하는 분은 제2스위치 장치를 흐르는 전류(제2평활용 콘덴서의 충전전류임)로서 처리할 수 있게 된다. 따라서 인버터 장치의 출력전력이 커져도 제1스위치 장치의 정격전류를 증대시키지 않고 즉 정격전류가 작은 제1, 제2 소형스위치 장치에 의해 돌입전류 제한장치를 구성할 수 있게 된다.

또한 본 발명에 따른 상용전류 투입시에는 제1스위치 장치가 개방되어 있기 때문에 제1평활용 콘덴서로

의 충전전류는 제1저항으로 제한되며 이에 따라 인버터부의 정부 단자간 전압인 제1평활용 콘덴서의 단자간 전압은 완만히 상승한다. 그러므로 위 양쪽, 아래 양쪽의 각 반도체 스위칭소자의 입력단자 사이에 존재하는 부유용량에 따른 상기 입력단자간의 전압은 발생하지 않으므로 이에 기인하는 반도체 스위칭장치의 파손은 발생하지 않게 된다. 나아가 또한 인버터장치가 회생동작시에 스위칭장치가 오동작 오프되는 경우에 있어서도 모터쪽에서 인버터 장치쪽으로 입력되는 회생에너지는 제1평활용 콘덴서에 의해 충전에너지로서 흡수되므로 인버터부의 정부단자간 전압이 순간적으로 상승하지 않게 되며, 따라서 인버터부 반도체 스위칭소자 또는 컨버터부 다이오드의 내압을 넘어 이들이 파손해버리는 일이 발생하지 않게 된다.

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 교류전력을 직류전력으로 변환하는 컨버터부와, 변환된 직류전력을 소정 주파수의 교류전력으로 변환하는 인버터부와, 상기 컨버터부의 출력단자와 상기 인버터부의 입력단자 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속된 제1평활용 콘덴서와, 상기 컨버터부와 상기 제1평활용 콘덴서 사이의 정부모선 중 어느 한 모선쪽에 접속된 제1저항과 상기 제1저항에 병렬접속된 제1스위칭수단으로 이루어진 인버터장치에 있어서, 제2저항과 제2스위칭수단을 병렬접속한 병렬접속회로에, 직렬접속되는 제2평활용 콘덴서를 상기 컨버터부와 상기 제1스위칭수단 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속하였기 때문에 정격전류가 작은 소형의 제1 및 제2스위칭장치에 의해 돌입전류 제한장치를 구성할 수 있게 된다. 따라서 정격용량이 큰 인버터 장치라도 소형화된 벡으로 되어 있던 돌입전류 방지 장치부의 스위칭장치(파워 릴레이)를 소형화할 수 있기 때문에 인버터장치를 소형화할 수 있다. 또한 상용전원 투입시에 있어서 인버터부 각 반도체 스위칭소자의 입력단자 사이에 발생하는 전력도 없으므로 이에 기인하는 각 반도체 스위칭소자의 파손 염려도 없으며 또한 인버터장치의 회생동작시에 있어서 만일 제1, 제2스위칭장치가 오동작 오프되는 경우라도 인버터부의 정부 단자간 전압이 순간적으로라도 상승하지 않으며, 이에 따라 인버터부 각 반도체 스위칭 소자 및 컨버터부 각 정류다이오드의 내압을 넘어 이들이 파손될 염려가 없다.

#### 도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 실시예에 있어서 돌입전류 제한장치를 구비한 인버터 장치의 구성도이고,
- 도 2는 본 발명의 실시예에 있어서 인버터 장치 내부를 흐르는 각부 전류를 도시한 도면이고,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 있어서 인버터장치 내부의 각부 전류파형을 도시한 도면이고,
- 도 4는 종래 예에 있어서 전원장치의 돌입전류 제한장치의 구성도이고,
- 도 5는 종래 예에 있어서 돌입전류 제한장치의 상용교류전원 투입시의 IGBT트랜지스터의 게이트·에미터 간 전압(VGE)의 변화를 도시한 도면이다.

#### 실시예

이하 본 발명의 실시예를 도 1을 근거하여 설명하기로 한다.

도 1에 있어서 전류제한저항(14)의 저항치는 평활용 콘덴서(12)의 충전시 정수의 설정에 따라 결정되며 와트수(순시 내량)는 평활용 콘덴서(12)의 정전용량에 따라 결정된다. 또한 바이패스 점점(16)의 개폐타이밍은 제어회로(29)에서 공급되는 개폐제어신호에 의해 제어된다. 마찬가지로 전류제한저항(14)의 저항값은 평활용 콘덴서(11)의 충전시 정수의 설정에 따라 결정되며 와트수(순시 내량)는 평활용 콘덴서(11)의 정전용량에 따라 결정된다. 또한 바이패스 점점(15)의 개폐타이밍도 제어회로(29)에서 공급되는 개폐제어신호에 의해 제어된다. 이상의 구성에 있어서 전원투입시에는 바이패스 점점(15, 16)이 함께 개방되고 상용교류전원(1)에서 컨버터부(3)의 정극측 출력단자, 전류제한저항(14, 13), 평활용 콘덴서(12, 11), 컨버터부(3)의 부극측 출력단자의 경로로 각 평활용 콘덴서로의 충전전류가 흐른다. 평활용 콘덴서(12, 11)의 충전이 완료되면 바이패스 점점(16, 15)는 제어회로(29)로부터의 폐신호 출력에 대응하여 닫히며 그 후의 평활용 콘덴서(12, 11)의 충전방전은 각각 바이패스 점점(16)과 (15)를 통해 수행된다. 인버터부(4)의 전력출력동작 중에는 상용교류전원(1)에서 상기 전력출력에 해당하는 전력이 공급되는데 이 상용교류전원(1)에서 인버터장치의 컨버터부(3)를 통해 공급되는 전류는 다음 3개의 경로에 의해 각각 인버터장치 내부를 흐른 후 컨버터부(3)를 통해 그대로 상용교류전원(1)으로 돌아오게 된다.

우선 제1경로는 바이패스 점점(16), 평활용 콘덴서(12), 컨버터부(3)의 부극측 단자로 흐르는 경로(이하 경로(1)이라 한다), 제2경로는 바이패스 점점(15), 평활용 콘덴서(11), 컨버터부(3)의 부극측 단자로 흐르는 경로(이하 경로(2)라 한다), 제3경로는 바이패스 점점(16), IGBT트랜지스터(17 내지 19), 전동기(2), IGBT트랜지스터(20 내지 22), 컨버터부(3)의 부극측 출력단자로 흐르는 경로(이하 경로(3)으로 한다)가 된다. 또한 상용교류전원(1)에서 공급되는 상기 전류는 당연히 연속전류가 아니기 때문에 전류공급이 없는 시간대에는 평활용 콘덴서(11) 및 (12)에 쌓인 충전에너지를 방전하여 인버터부 전력출력 동작을 수행한다. 이 방전에 의해 방전에너지가 감소된 각 평활용 콘덴서에는 상용교류전원(1)으로부터의 전류공급에 의해 감소된 충전에너지만이 재충전된다. 이와 같은 평활용 콘덴서(11) 및 (12)로의 충전방전 동작은 상용교류전원이 3상입력이므로 상용주파수의 6배의 주파수로 반복 수행된다.

다음에 평활용 콘덴서(11) 및 (12)에 쌓인 충전에너지가 방전될 때에는 평활용 콘덴서(12)에서 IGBT트랜지스터(17 내지 19), 전동기(2), IGBT트랜지스터(20 내지 22)를 통해 다시 평활용 콘덴서(12)로 돌아오는 전류경로(이하 경로(4)로 한다)와, 평활용 콘덴서(11)에서 바이패스 점점(15), 바이패스 점점(16), IGBT트랜지스터(17 내지 19), 전동기(2), IGBT트랜지스터(20 내지 22)를 통해 다시 평활용 콘덴서(11)로 돌아오는 전류경로(이하 경로(5)로 한다)가 발생한다. 이 바이패스 점점(16)을 흐르는 전류(경로(1), 경로(3) 및 경로(5)에 의한 전류)를 도시한 것이 도 3의 is1이며 바이패스 점점(15)을 흐르는 전류(경로(2) 및 경로(5)에 의한 전류)를 도시한 것이 도 3의 is2이다. 여기에서 is1의 실호전류의 대부분은 경로(1)에 의한 전류, 즉 평활용 콘덴서(12)로의 충전전류이며, is2는 모두 평활용 콘덴서(11)로의 충전방전 전류이다. 또한 도 3에 있어서 ic1은 평활용 콘덴서(12)의 충전방전전류, i1은 상

용교류전원(1)에서 공급되는 전류를 각각 도시하고 있다.

이 실시예에서는 인버터 장치의 출력전력을 크게 하기 위해 필요한 평활용 콘덴서의 정전용량의 증가를, 평활용 콘덴서(11)와 전류제한저항(13)과 바이패스 접점(15)을 도 1에 도시한 접속에 의해 실시하고 있는데 이 접속에 따른 상기 설명한 작용에 의해 바이패스 접점(16)을 흐르는 전류를 거의 증가시키지 않으며(이 전류의 대부분은 평활용 콘덴서(12)의 충전전류이기 때문에), 증가하는 분은 바이패스 접점(15)을 흐르는 전류(평활용 콘덴서(11)의 충전전류이다)로서 처리할 수 있게 된다. 따라서 인버터 장치의 출력전력이 커져도 바이패스 접점(16)의 정격전류를 증대시키지 않고 즉 정격전류가 작은 바이패스 접점(16)과 (15)의 소형 스위치장치에 의해 돌입전류 제한장치를 구성할 수 있게 된다.

또한 본 실시예에 있어서는, 상용전원 투입시에는 바이패스 접점(16)이 개방되어 있기 때문에 평활용 콘덴서(12)로의 충전전류는 전류제한저항(15)으로 제한되고 따라서 인버터부(4)의 정부 단자간 전압인 평활용 콘덴서(12)의 단자간 전압은 완만하게 상승해 간다. 그러므로 인버터부(4)의 각 IGBT트랜지스터(17 내지 22)의 입력단자 사이에 존재하는 부유용량에 따른 게이트-에미터간 전압은 발생하지 않기 때문에 이에 기인하는 각 IGBT트랜지스터의 파손은 발생하지 않게 된다.

나아가 인버터 장치는 회생동작시에 있어서, 어떠한 경우라도 바이패스 접점(15) 및 (16)이 오동작 오프되어도 전동기(2)에서 인버터 장치로 오는 회생에너지는 평활용 콘덴서(12)에 의해 충전에너지로서 흡수되므로 인버터부(4)의 정부 단자간 전압이 순간적으로 상승되지 않으므로 인버터부(4)의 각 IGBT트랜지스터(17 내지 22) 또는 컨버터부(3)의 각 정류다이오드(5 내지 10)의 내압을 넘어 이들이 파손되지 않게 된다.

#### 산업상이용가능성

이상과 같이 본 발명에 따른 인버터 장치는, 특히 상용교류전원 투입시에 컨버터부 평활용 콘덴서로의 돌입전류를 제한하기 위한 돌입전류 제한장치를 구비한 인버터 장치에 적용하고 있다. 나아가 인버터 장치의 출력전력이 커져도 정격전류가 작은 바이패스 접점(16 내지 15)의 소형 스위치장치에 의해 돌입전류 제한장치를 구성할 수 있기 때문에 바이패스 장치를 소형화하기에 매우 적합하다.

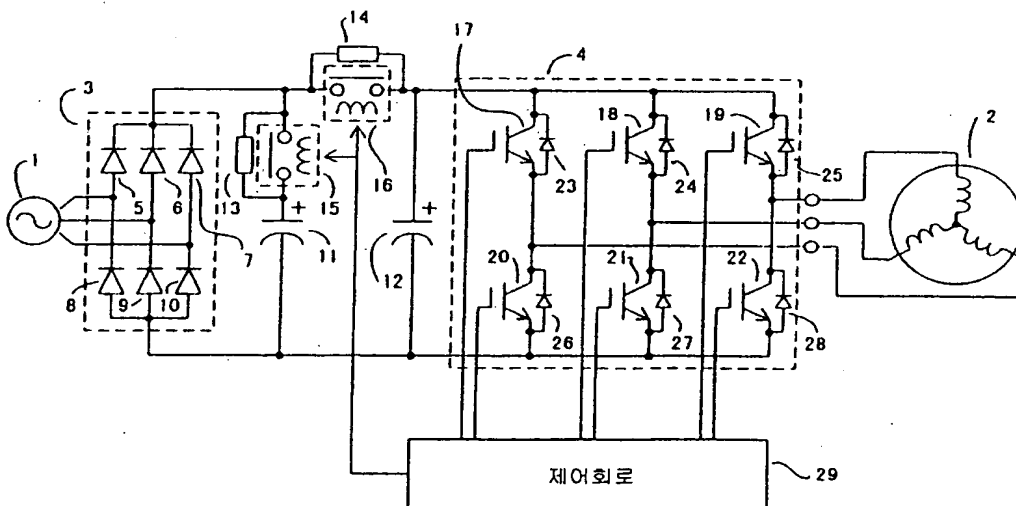
#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

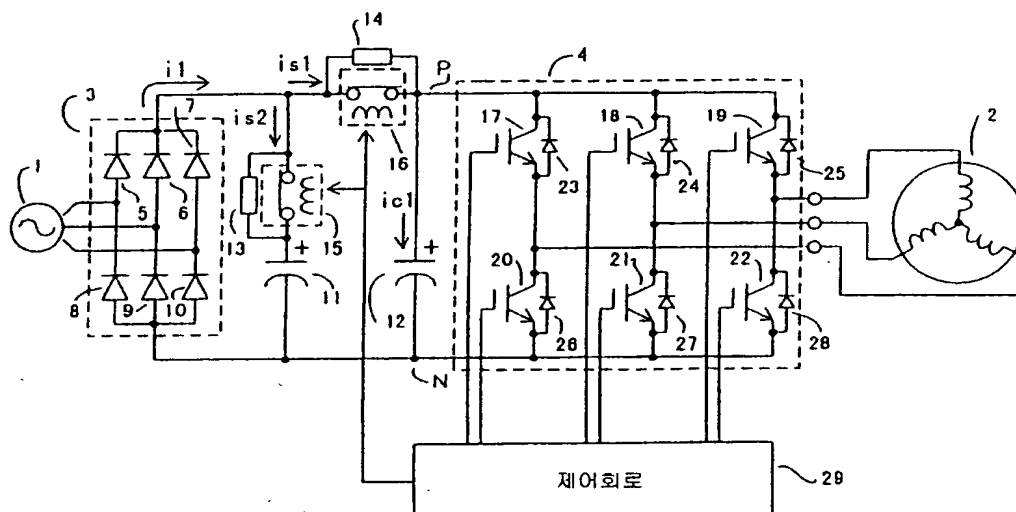
교류전력을 직류전력으로 변환하는 컨버터부와, 변환된 직류전력을 소정 주파수의 교류전력으로 변환하는 인버터부와, 상기 컨버터부의 출력단자와 상기 인버터부의 입력단자 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속된 제1평활용 콘덴서와, 상기 콘덴서부와 상기 제1평활용 콘덴서 사이의 정부 모선 중 어느 한 모선 쪽에 접속된 제1저항과 상기 제1저항에 병렬접속된 제1스위치수단으로 이루어진 인버터 장치에 있어서, 제2저항과 제2스위치수단을 병렬접속한 병렬접속회로에, 직렬접속되는 제2평활용 콘덴서를 상기 컨버터부와 상기 제1스위치수단 사이의 정부 모선 사이에 걸쳐 접속한 것을 특징으로 하는 인버터 장치.

#### 도면

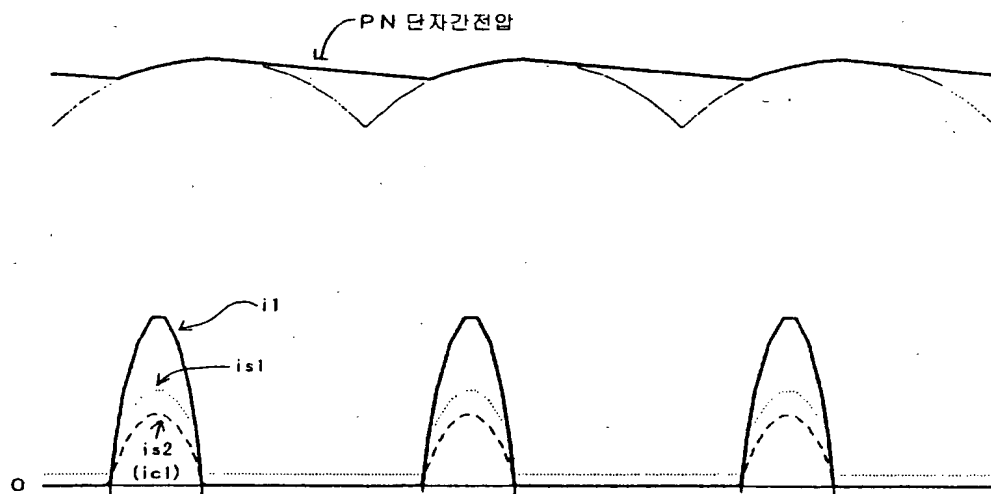
도면1



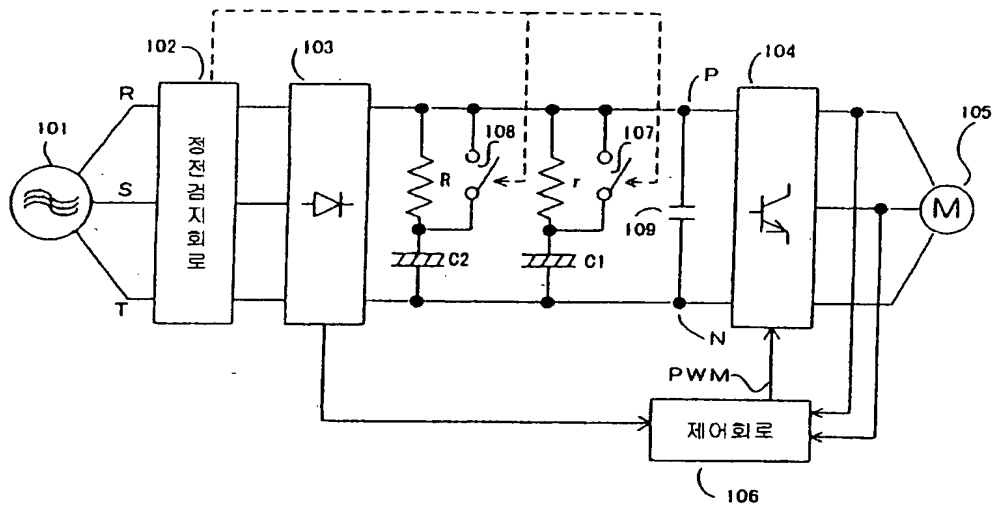
도면2



도면3



도면4



도면5

